

Title	ヒト視覚系における明るさ知覚情報処理機構の数理モデルによる研究
Author(s)	塚田, 章
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3155650
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	塚 田 章 <small>つか だ あきら</small>
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 4 2 9 9 号
学位授与年月日	平成 11 年 2 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	ヒト視覚系における明るさ知覚情報処理機構の数理モデルによる研究
論文審査委員	(主査) 教授 佐藤 俊輔 (副査) 教授 福島 邦彦 教授 藤田 一郎 教授 笠井 健 教授 野村 泰伸

論 文 内 容 の 要 旨

生体工学における生体機能を理解するための手法として、生理学的知見や仮説をもとにモデルを構成し、シミュレーション実験により心理物理学的に得られている実際の入出力特性と照合する合成的手法が用いられている。この場合、わかっていない機構のモデルを仮定することでその機構を推定することになるので、モデルを構成すること自体が重要な意味をもつ。なお、ある一つの現象を説明できる仮説あるいはモデルは一つとは限らない。モデルの正当性を示すためには多くの現象を説明することが重要である。

本研究では明るさ知覚情報処理機構に関する数理モデルを提案する。本数理モデルは生理学的知見を考慮して構成されるが、必ずしも構成要素すべてが生理学的な根拠に基づくものではなく、多くの錯視現象を説明できる機構を仮定することを主題としている。すなわち、本モデルは従来より広く受け入れられている側抑制機構に特徴抽出と充てん処理機構を加えて構成される。特に特徴抽出機構において新たに近傍淘汰作用を仮定した。本モデルを用いて1次元の錯視、主観的図形、仮現運動、視覚系の時空間周波数特性、網膜錐体の光変換機能と順応機能などの心理物理学的現象および生体機能に対する計算機シミュレーションを行った。その結果、本モデルがこれらを模擬できることを示し、それらの発生機序を説明した。従来より、個々の現象を模擬できるモデルは存在する。しかしながら、これらのモデルは互いにその他の現象を説明することはできない。

また、本モデルをヒドラを用いたバイオアッセイ法（生物検定法）における2値化処理に応用した例を示す。本法により、画像処理工学における従来法に比べ良好な結果が得られた。この応用を通して、視覚系に錯視現象を生じる機構がなぜ必要なのかについて考察する。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、明るさ知覚情報処理機構に関する数理モデルを提案し、それによって錯視や仮現運動などの現象を説明

するもので、7章から成る。

第1章では、本論文の目的と研究の歴史的な背景についてのべた。

第2章では、本論文で研究するモデルのうち、特に1次元モデルについて述べた。このモデルは、従来型モデルで考慮される側抑制機構の他に、特徴抽出と充てん処理機構を加えて構成されるものである。特に特徴抽出機構において新たに近傍淘汰作用を仮定した。本モデルを用いて1次元的錯視、とくにマッハバンドとその消失、シェプルール錯視と同時対比、クレークオブライエン錯視とその消失のメカニズムを説明した。

第3章では1次元モデルを拡張して2次元空間モデルを構築した。そして、エーレンシュタイン図形やカニッツアの四角形などの主観的図形（主観的輪郭、錯視的輪郭とも呼ばれる）について心理実験結果を説明した。主観的図形を、明るさ知覚による錯視としてとらえることを主張した。

第4章では、生理学的知見に基づく順応と光変換を考慮した網膜錐体のモデルを提案した。これによって視覚系の時空間周波数特性、網膜錐体の光変換機能と順応機能などの心理物理学的現象および生体機能に対する計算機シミュレーションを行った。

第5章では、第2、3章での視覚系の空間特性と併せて、時間特性も考慮したモデルを提案した。時空間的な現象の典型としての仮現運動、特に、逆転現象（刺激画像の動かすと同時に画像の明暗を反転させると、知覚される運動方向が実際の方向とは逆になるという現象）を説明をした。

第6章では、上で提案したモデルをヒドラを用いたバイオアッセイ法（生物検定法）における2値化処理に応用した例を示す。この応用を通して、視覚系に錯視現象を生じる機構がなぜ必要か考察した。

以上のように、本研究で提案したモデルは、視覚情報処理の過程に新しい機構を付与することにより、明るさ知覚にともなう種々の視覚現象を包括的に説明するもので、視覚情報処理の工学的研究分野に一定の寄与をした。よって博士論文（工学）として価値があると認める。